

02.03.00

8/9

日 本 国 特 許 庁

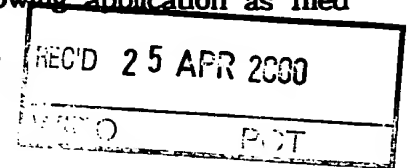
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年11月15日



出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第324184号

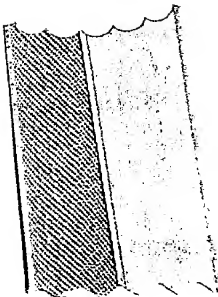
出 願 人
Applicant(s):

株式会社安川電機

Best Available Copy

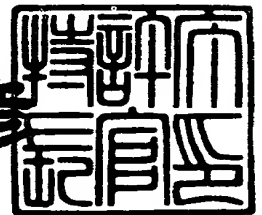
PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 4月 7日



特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3023382

【書類名】 特許願

【整理番号】 12865

【提出日】 平成11年11月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05D 3/12

【発明者】

 【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

 【氏名】 本田 英己

【発明者】

 【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

 【氏名】 小黒 龍一

【特許出願人】

 【識別番号】 000006622

 【氏名又は名称】 株式会社安川電機

 【代表者】 橋本 伸一

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 平成11年特許願第 55759号

 【出願日】 平成11年 3月 3日

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013930

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置決め制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機台上にワークを保持して所定方向に移動可能なテーブルを駆動する駆動手段と、該駆動手段の変位およびテーブル位置を計測する計測手段とを有し、前記計測手段で計測された変位信号を用いてテーブルに保持されたワークを目標位置に位置決めする位置決め制御方法において、

入力トルクと減速器および直行／極座標変換定数を掛けたテーブル推進力を合わせた入力より電動機変位を発生する電動機伝達関数と、前記電動機変位に減速器および極／直行座標変換定数を掛け合わせた出力とテーブル変位との偏差に、テーブル変位／力変換バネ定数を掛け合わせて前記テーブル推進力を発生させ、前記テーブル推進力によりテーブル変位を出力するテーブル伝達関数と、機台変位に機台変位／力変換バネ定数を掛け合わせ前記テーブル推進力と共に入力して機台変位を発生する機台駆動伝達関数を配し、前記テーブル変位と前記機台変位の差により機台上でのテーブル変位を発生させる、機台振動モデルの定義による補償器を構成することを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の位置決め制御方法において、

電動機制御器が、電動機位置検出信号のみに基づき電動機位置を位置決めすることによってテーブル位置を制御する構成になっている場合に、前記補償器の電動機伝達関数の前段に位置目標値が入力される電動機制御器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記前置補償器は前記電動機制御器に対して位置指令と、電動機モデル位置時系列データと、トルクモデル指令時系列データと、機台振動抑制補償値とを出力することを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項 3】 請求項 2 記載の位置決め制御方法において、

前記電動機制御器が、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号とに基づきテーブル位置を制御する構成の場合に、前記前置補償器の電動機制御器モデルの前段に位置補償器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記前置補償器は前記電動機制御器に対して位置指令と、電動機モデル位置時系列データと、トルクモ

デル指令時系列データと、電動機位置指令モデル時系列データと、機台振動抑制補償値を出力することを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載の位置決め制御方法において、

電動機制御器が、電動機位置検出信号のみに基づき電動機位置を位置決めすることによりテーブル位置を制御する構成の場合に、前記補償器により状態推定器を構成し、機台の変位推定値をフィードバックする補償器を付加することを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載の位置決め制御方法において、

前記電動機制御器が、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号とに基づきテーブル位置を制御するような構成となっている場合に、前記補償器による状態推定器を構成し、機台の変位推定値をフィードバックすることを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項 6】 請求項 1 記載の位置決め制御方法において、

電動機制御器が、電動機位置検出信号のみに基づき電動機位置を位置決めすることによってテーブル位置を制御する構成になっている場合に、前記補償器の電動機伝達関数の前段に位置目標値が入力される制御器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記制御器モデルは、請求項 1 記載の機台振動モデルにおける機台位置とテーブル位置との相対位置とその速度、機台位置とその速度、テーブル位置と電動機位置の偏差とその速度で表現される機台振動モデル状態量にゲインをかけた信号と位置目標値とからトルクモデル指令を決定し、

前記補償器は、従来コントローラに対し、位置モデル指令時系列データと電動機モデル位置時系列データとトルクモデル指令時系列データを出力することを特徴とした位置決め制御方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の位置決め制御方法において、

前記電動機制御器が、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号とに基づきテーブル位置を制御する構成の場合に、前記補償器の電動機伝達関数の前段に位置目標値が入力される制御器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記制御器モデルは、請求項 1 記載の機台振動モデルにおける機台位置とテーブル位置との相対位置とその速度、機台位置とその速度、テーブル位置と電動機位置の偏差と

その速度で表現される機台振動モデル状態量にゲインをかけた信号と位置目標値とからトルクモデル指令を決定し、

前記補償器は、従来コントローラに対し、位置モデル指令時系列データと電動機モデル位置時系列データとトルクモデル時系列データを出力することを特徴とした位置決め制御方法。

【請求項 8】 請求項 1 記載の位置決め制御方法において、

機台振動モデル内の各伝達関数の係数と変換定数を、

第 1 処理工程で、実機を駆動しトルク指令と実機状態量を採取し、

第 2 処理工程で、遺伝的アルゴリズムを用いて機台振動モデルのパラメータを決定し、

第 3 処理工程で、決定された機台振動モデルを用いた制御則により実機を駆動し、

第 4 処理工程で、第 3 処理工程結果を評価し仕様を満足すれば終了し満足されなければ第 2 処理工程から繰り返すことで決定し、機台振動モデルパラメータを自動的に且つ精度よく同定することを特徴とした位置決め制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子回路基板の組立工程、マシニングセンタなどの工作機械で使用されるテーブル位置決め装置の位置決め方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

位置決め制御方法の従来例を、図 6 に基づいて説明する。図 6 は一軸方向のみの位置決め制御構成例を表している。図 6 において、21 は電動機、22 は電動機位置検出器、23 はワーク、24 はテーブル、25 は機台（定盤）、26 は電動機制御器、27 は電動機駆動信号、28 は電動機位置検出信号、29 はテーブル位置検出信号、30 は減速器、31 はボールネジ、32 はボールネジの一端を支えるナット、33 は除振パッド、34 は位置目標値信号である。

図 6 において、34 の位置目標値信号が電動機制御器 26 に与えられ、電動機

制御器 2 6 では、電動機位置検出信号 2 8 およびテーブル位置検出信号 2 9、を用いて加工されるワーク 2 3 を搭載したテーブル 2 4 の位置を位置目標値と一致させるように制御するものである。

図 7 に、電動機制御器 2 6 内の制御構成例をブロック線図で示す。図 7 において、3 6 はテーブル位置補償器、3 5 は電動機位置補償器である。テーブル位置補償器 3 6 では、テーブル位置検出信号 2 9 とテーブル位置目標値とを評価し、電動機位置補償器 3 5 に対する出力値を決定する。電動機位置補償器 3 5 では、電動機位置検出信号 2 8 とテーブル位置補償器 3 6 の出力とを評価し、電動機 2 1 に対する駆動信号を出力する。従来電動機制御器の中には、電動機位置検出信号 2 8 のみを用いて、電動機位置決めをする事により、テーブル位置決めを行うものも多くある。上述例では、テーブル駆動機構としてボールネジを例に取ったが、近年はリニアモータを駆動手段に用いる装置例も多くなっている。この場合には、一般にテーブル位置検出信号までを用いて電動機制御器を構成している場合が多い。以上により、テーブル位置を目標値に一致させる事により、テーブルに固定されたワークを所望の目標位置に一致させていた。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年、歩留まり向上のためのテーブル移動時間短縮のために、テーブル移動速度が急峻になり、テーブルを駆動させる推進力が大きくなってきている。そのため、推進力が発生する際に、テーブルから機台に対する反力も大きくなり、機台が揺れるという機台振動現象が発生している。テーブルの駆動手段にリニアモータを用いている場合は、この現象が特に顕著である。一般に、この機台振動はテーブルと機台とで変位・位相が異なるため、テーブル駆動動作は終了していても機台振動が残ることにより、テーブル位置が変動し、テーブルが駆動を始めてから停止するまでの時間の短縮を図れないという問題があった。

また、機台変位を計測しようとする、設備全体が大きくなり且つコストもかかるため、特に既存設備に対して設備改善により機台振動を抑制しようとする方式は、現実性に乏しいという問題があった。

そこで、本発明は、新たに設備改善をすることなく、機台振動を良好に抑制し

て、位置決め性能を向上させ製品歩留まりを改善できる位置決め制御方法を提供することを目的としている。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、機台上にワークを保持して所定方向に移動可能なテーブルを駆動する駆動手段と、該駆動手段の変位およびテーブル位置を計測する計測手段とを有し、前記計測手段で計測された変位信号を用いてテーブルに保持されたワークを目標位置に位置決めする位置決め制御方法において、入力トルクと減速器および直行／極座標変換定数を掛けたテーブル推進力を合わせた入力より電動機変位を発生する電動機伝達関数と、前記電動機変位に減速器および極／直行座標変換定数を掛け合わせた出力とテーブル変位との偏差に、テーブル変位／力変換バネ定数を掛け合わせて前記テーブル推進力を発生させ、前記テーブル推進力によりテーブル変位を出力するテーブル伝達関数と、機台変位に機台変位／力変換バネ定数を掛け合わせ前記テーブル推進力と共に入力して機台変位を発生する機台駆動伝達関数を配し、前記テーブル変位と前記機台変位の差により機台上でのテーブル変位を発生させる、機台振動モデルの定義による補償器を構成することを特徴としている。

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 記載の位置決め制御方法において、電動機制御器が、電動機位置検出信号のみに基づき電動機位置を位置決めすることによってテーブル位置を制御する構成になっている場合に、前記補償器の電動機伝達関数の前段に位置目標値が入力される電動機制御器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記前置補償器は前記電動機制御器に対して位置指令と、電動機モデル位置時系列データと、トルクモデル指令時系列データと、機台振動抑制補償値とを出力することを特徴としている。

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 記載の位置決め制御方法において、前記電動機制御器が、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号とに基づきテーブル位置を制御する構成の場合に、前記前置補償器の電動機制御器モデルの前段に位置補償器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記前置補償器は前記電動機制御器に対して位置指令と、電動機モデル位置時系列データと、トルクモ

デル指令時系列データと、電動機位置指令モデル時系列データと、機台振動抑圧補償値を出力することを特徴としている。

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 記載の位置決め制御方法において、電動機制御器が、電動機位置検出信号のみに基づき電動機位置を位置決めすることによりテーブル位置を制御する構成の場合に、前記補償器により状態推定器を構成し、機台の変位推定値をフィードバックする補償器を付加することを特徴としている。

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 記載の位置決め制御方法において、前記電動機制御器が、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号とに基づきテーブル位置を制御するような構成となっている場合に、前記補償器により状態推定器を構成し、機台の変位推定値をフィードバックすることを特徴としている。

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 記載の位置決め制御方法において、電動機制御器が、電動機位置検出信号のみに基づき電動機位置を位置決めすることによってテーブル位置を制御する構成になっている場合に、前記補償器の電動機伝達関数の前段に位置目標値が入力される制御器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記前置補償器は前記電動機制御器に対して位置指令と、電動機モデル位置時系列データと、トルクモデル指令時系列データとを出力することを特徴としている。

また、請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 記載の位置決め制御方法において、前記電動機制御器が、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号とに基づきテーブル位置を制御する構成の場合に、前記補償器の電動機伝達関数の前段に位置目標値が入力される制御器モデルを付加して前置補償器を構成し、前記前置補償器は前記電動機制御器に対して位置指令と、電動機モデル位置時系列データと、トルクモデル指令時系列データとを出力することを特徴としている。

また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 記載の位置決め制御方法において、機台振動モデルのテーブル質量や各種変換定数などの各パラメータを、遺伝的アルゴリズムを用いることによって同定することを特徴としている。

以上の構成によれば、電動機制御器への位置指令入力の前に、機台振動モデル

を有する前置補償器を配置し、この補償器から電動機制御器へ位置指令と機台振動抑制補償値を出力してフィードバック制御により機台振動を抑制することによって、位置決め制御性能を向上させることができる。この場合に計測手段信号として、電動機位置検出信号のみを用いる構成と、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号の双方を用いる構成と、どちらでも構成可能である。

あるいは、電動機制御器に対し、機台振動モデルを用いた状態推定器を構成して、機台の変位推定値をフィードバックする補償器を付加することで、機台振動を抑制して位置決め性能を向上させることができる。この場合に計測手段信号として、電動機位置検出信号のみを用いる構成と、電動機位置検出信号とテーブル位置検出信号の双方を用いる構成と、どちらでも構成可能である。

また、様々なパラメータを含む実制御対象を、遺伝的アルゴリズムをもちいたパラメータ同定を行う事によって、機台振動モデルパラメータのチューニングを自動的に且つ精度よく行うことができ、それにより機台振動を抑制して位置決め性能を向上させることができる。

【0005】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態について図に基づいて説明する。

図1は本発明の第1の実施の形態に係る機台振動モデルのブロック図である。

図1において、1は電動機伝達関数、2は減速器及び極／直行座標変換定数、3はテーブル変位／力変換バネ定数、4はテーブル駆動伝達関数、5は機台駆動伝達関数、6は機台変位／力変換バネ定数、7はテーブルの地上からみた絶対変位、8は機台からみたテーブル変位、9は地上からみた機台変位、10はテーブルを駆動する推進力、11はテーブルと電動機出力との変位差、12は電動機変位、13は電動機を駆動するためのトルク（推進力）、14は減速器及び直行／極座標変換定数である。

先ず、電動機に、入力トルク13と、減速器および直行／極座標変換定数14を掛けたテーブル推進力10を合わせたものが入力され、電動機変位12が発生する。これに、減速器および極／直行座標変換定数2を掛けたものと機台からみたテーブル変位8との偏差11に、テーブル変位／力変換バネ定数3が掛け合わ

されることにより、テーブル推進力 1 0 が発生する。これにより、テーブルが駆動される。この推進力 1 0 は、反力として機台 5 に伝わる。機台 5 には、テーブルの推進力 1 0 と、地上との間に設置されているバネ要素からくる力、すなわち機台変位 9 に機台変位／力変換バネ定数 6 が掛けられた力とが合わされたものが機台に入力され、機台変位 9 が発生する。テーブル変位 7 と機台変位 9 との差により、機台上でのテーブル変位、つまり機台からみたテーブル変位 8 が発生するという構造になっている。この構造を用いて機台振動の補償器を構成できる。

実際の工作機械や半導体製造装置などの産業用機械は、この様な 3 質点系ではなく多質点系であるが、代表値であるモータ慣性、機台質量、テーブル質量と、計測結果から決定できるバネ定数により現象を近似的に表すことができ、必要な状態信号を推定することができる。これによって、コストの削減と処理時間の短縮というメリットが期待できる。

【 0 0 0 6 】

次に、本モデルを用いた制御方法を以下に示す。

図 2 は図 1 に示す機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

図 2 において、図は請求項 2 に関するものであり、位置決め制御方法が実証される制御系の構成図であり、3 7 は前置補償器内の電動機制御器モデル、3 9 は本発明のモデルによる前置補償器、4 1 は電動機制御器に対する位置指令、4 2 は電動機モデル位置時系列データ、4 3 は機台振動抑制補償値、4 4 はトルクモデル指令時系列データである。その他の図 1 と同一構成には同一符号を付し重複する説明は省略する。

このような構成とする事により、具体的な機台振動補償動作の要点は、テーブル変位／力変換バネ定数 3 の出力であるテーブルの推進力 1 0 により、テーブルが駆動されて、機台 5 にはマイナスの反力が伝わり、機台振動モデルで定義されるバネ定数、テーブル計測値より模擬推定される、機台変位 9 が発生する。この機台変位 9 とテーブル変位 7 の差がテーブル変位 8 として位置指令として出力される。このテーブル変位 8 → 偏差 1 1 → テーブル駆動伝達関数－機台駆動伝達関数 → テーブル変位 8、のループからのテーブル推進力 1 0 に、減速器及び直行／極座標変換定数 1 4 を掛けて、テーブル用の直進制御値からモータ用の回転制御

値に変換し、機台振動の振動抑制補償値 4 2 としてフィードバック制御器 3 5 へ入力し、位置指令 4 1 としてのテーブル変位 8 と、電動機モデル時系列データ 4 2、トルクモデル時系列データ 4 4 を入力して、時系列データに基づき位置指令を補償値により補償して電動機 2 1 を制御し、機台振動を抑制する動作となる。

このように、前置補償器 3 9 内で事前に、バネ定数等のモデル定義によって、機台振動の挙動を模擬し、その各状態量が推定できるため、前もって従来のフィードバック制御器 3 5 に対して補償値を入力して電動機を制御し、機台振動を抑制することができる。それによって、位置決め性能が大幅に改善される。

【0007】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について図に基づいて説明する。

図 3 は本発明の第 2 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

図 3 において、図は請求項 3 に関するものであり、位置決め制御方法が実証される制御系の構成図であり、3 8 は前置補償器内テーブル位置補償器モデル、4 0 は本発明の前置補償器、4 5 は電動機位置指令モデル時系列データである。

その他の図 2 と同一構成には同一符号を付し重複する説明は省略する。

本実施の形態では、従来型の電動機制御器 2 6 にテーブル位置補償器 3 6 が存在する構成なのでこれに基づき、前置補償器 4 0 にもテーブル位置補償器モデル 3 8 を新たに配する。それにより、前置補償器 4 0 内で事前に機台振動の挙動が模擬され、その各状態量が推定できるために、前もって従来型のフィードバック制御器 3 5、3 6 に対し補償値（4 2～4 4、4 1、4 5 等）を入力することができる。それによって、位置決め性能、追従性が改善される。

【0008】

次に、本発明の第 3 の実施の形態について図に基づいて説明する。

図 4 は本発明の第 3 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

図 4 において、図は請求項 4 に関するものであり、位置決め制御方法が実証される制御系の構成図であり、4 6 は機台位置推定値、4 7 は電動機に対するトルク指令、4 8 は機台振動用状態推定器、4 9 は機台フィードバックゲインを含ん

だ電動機制御器である。

その他、図 1、2 と同一構成には同一符号を付し重複する説明は省略する。

電動機に与えられるトルク指令を機台振動状態推定器 4 8 に入力することにより、計測できない機台の状態量が推定できる。機台位置推定値をフィードバックすることにより、状態フィードバック系の理論による偏差を無くす制御により、機台振動を抑制することができる。

【0009】

次に、本発明の第 4 の実施の形態について図に基づいて説明する。

図 5 は本発明の第 4 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

図 5 は請求項 5 に関する制御系の構成図であり、図 5 の付番号は図 4 と同一であり、本実施の形態では、図 4 に示した前実施の形態における機台位置推定値のフィードバックに加えて、電動機制御器 2 6 内にテーブル位置補償器 3 6 を配して、テーブル位置検出値までフィードバックしている例であるが、この場合でも状態推定器 4 8 により機台位置を推定し、フィードバック系に挿入する事により、機台振動を抑制する事ができる。

このように、本発明によれば、テーブル及び電動機用の既存の計測器のみで、機台用の計測器は一切増設しないで、機台の状態を模擬的に推定する方法によってコストを削減し、効率の良い位置決め制御が可能になる。

次に、本発明の第 5 の実施の形態について図に基づいて説明する。

図 8 は本発明の第 5 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

図 8 において、図は請求項 6 に関するものであり、位置決め制御方法が実証される制御系の構成図であり、5 1 は前置補償器内制御器である。

その他、図 1、2 と同一構成には同一符号を付し重複する説明は省略する。

本実施の形態では、機台振動モデルを使って状態フィードバックを実現し、それにより

前置補償器内制御器を実現している。これにより、前置補償器 3 9 内で事前に、バネ定数等のモデル定義によって、機台振動の挙動を模擬しその各状態量が推

定できるため、各状態量をフィードバックしゲインを掛けることにより機台振動を抑制させ且つ速やかに目標位置へ機台振動モデル内のテーブルを位置決めする制御入力を決定でき、その機台モデルを良好に制御する補償値を従来のフィードバック制御器 3 5 に対して入力して電動機を制御し、機台振動を抑制することができる。それによって、位置決め性能が大幅に改善される。

次に、本発明の第 6 の実施の形態について図に基づいて説明する。

図 9 は本発明の第 6 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

図 9 において、図は請求項 7 に関するものであり、位置決め制御方法が実証される制御系の構成図であり、図 3、8 と同一構成には同一符号を付し重複する説明は省略する。

本実施の形態では、従来型の電動機制御器 2 6 にテーブル位置補償器 3 6 が存在する構成となっているが、前置補償器内制御器は請求項 6 と同じであり、従来制御器への補償値をテーブル位置補償器が存在するような形態に合せて入力させてやることにより位置決め性能を改善できる。

次に、本発明の第 7 の実施の形態について図に基づいて説明する。

図 1 0 は本発明の第 7 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の処理フローチャートである。

図 1 0 において、図は請求項 8 に関するものであり、位置決め制御方法が実証される処理フローチャートであり、5 2 は図 6 に示すような実機を駆動しデータを採取する第 1 処理工程、5 3 は遺伝的アルゴリズムを用いて機台振動モデルパラメータを同定する第 2 処理工程、5 4 は前記処理により得られたパラメータを有する機台振動モデルを用いた制御則により実機を駆動する第 3 処理工程、5 5 は 5 4 により得られた結果が仕様を満足しているかどうかを評価する第 4 処理工程である。

まず、例えば P I D 制御のような従来用いられていた制御則により実機を駆動しその際のトルク指令と実機の計測できる状態量（位置、速度など）を採取する（第 1 処理工程）。このとき、テーブル位置が計測できなければモータ角度だけでもかまわない。

次に前記第 1 処理工程で採取したデータを用いて、例えば（特願平-10-264336 で提案した）遺伝的アルゴリズムにより機台振動モデルのテーブル質量、機台質量、各バネ定数、変換定数を同定する。

次に前記第 2 処理工程で同定されたパラメータを有する機台振動モデルを用いて、請求項 2 ～ 7 のいずれかの制御方法を用いて実機を駆動する。

次に前記第 3 処理工程で得られた制御結果が仕様を満足しているかどうかを評価し、満足されていないければ、第 2 処理工程より繰り返す。その際、第 2 処理工程では遺伝的アルゴリズムの評価値を変更する。

上記処理を繰り返すことにより、最適なパラメータに設定された機台振動モデルが自動的に決定され、よって調整時間を短縮できるだけでなく、精度よく作業を実施することができる。

図 1 1 に従来手法を用いた場合の実験結果を、図 1 2 に本発明を用いた場合の実験結果を示す。どちらも指令から実位置実績の位置偏差を示したものであり、0.08 [s] で指令は目標位置に到達している。このように、0.08 [s] 以降の指令払い出し後、図 1 1 では機台の振動により偏差が大きく振動しているが、図 1 2 では本発明の適用により振動が大幅に抑制されており、制御性能が大きく改善されたことがわかる。

【 0 0 1 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、機台振動を考慮したモデルを定義したので、それを用いた前置補償器およびフィードバック補償器を設計して、機台振動を補償または抑制する制御構成を取ることが可能になり、テーブルが駆動を始めてから停止するまでの時間の短縮ができ、位置決め性能を向上させ製品歩留まりが改善される効果がある。

また、本発明によれば、新たに機台位置測定器などの新規設備を付加させる必要がないので、既に運用している設備にもソフトウェア変更のみで対応でき、コスト削減の方向に沿って実現性が高いという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る機台振動モデルのブロック図であ

る。

【図 2】図 1 に示す機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

【図 5】本発明の第 4 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

【図 6】従来のテーブル位置決め制御の構成例を示す図である。

【図 7】図 6 に示す電動機制御器のブロック線図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

【図 9】本発明の第 6 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の構成図である。

【図 1 0】本発明の第 7 の実施の形態に係る機台振動モデルを用いた位置決め制御系の処理フローチャートである。

【図 1 1】従来制御手法を用いた場合の実験結果である（位置偏差）。

【図 1 2】本発明を用いた場合の実験結果である（位置偏差）。

【符号の説明】

- 1 電動機伝達関数
- 2 減速器及び極／直行座標変換定数
- 3 テーブル変位／力変換バネ定数
- 4 テーブル駆動伝達関数
- 5 機台駆動伝達関数
- 6 機台変位／力変換バネ定数
- 7 テーブルの地上からみた絶対変位
- 8 機台からみたテーブル変位
- 9 地上からみた機台変位

- 1 0 テーブルを駆動する推進力
- 1 1 テーブルと電動機出力との変位差
- 1 2 電動機変位
- 1 3 電動機を駆動するためのトルク（推進力）
- 1 4 減速器及び直行／極座標変換定数
- 2 1 電動機
- 2 2 電動機位置検出器
- 2 3 ワーク
- 2 4 テーブル
- 2 5 機台（定盤）
- 2 6 電動機制御器
- 2 7 電動機駆動信号
- 2 8 電動機位置検出信号
- 2 9 テーブル位置検出信号
- 3 0 減速器
- 3 1 ボールネジ
- 3 2 ボールネジの一端を支えるナット
- 3 3 除振パッド
- 3 4 位置目標値信号
- 3 5 電動機位置補償器
- 3 6 テーブル位置補償器
- 3 7 前置補償器内電動機制御器モデル
- 3 8 前置補償器内テーブル位置補償器モデル
- 3 9、4 0 前置補償器
- 4 1 電動機制御器に対する位置指令
- 4 2 電動機モデル位置時系列データ
- 4 3 機台振動抑制補償値
- 4 4 トルクモデル指令時系列データ
- 4 5 電動機位置指令モデル時系列データ

4 6 機台位置推定値

4 7 電動機に対するトルク指令

4 8 機台振動用状態推定器

4 9 機台フィードバックゲインを含んだ電動機制御器

5 1 前置補償器内制御器

5 2 実機を駆動しデータを採取する第 1 処理工程

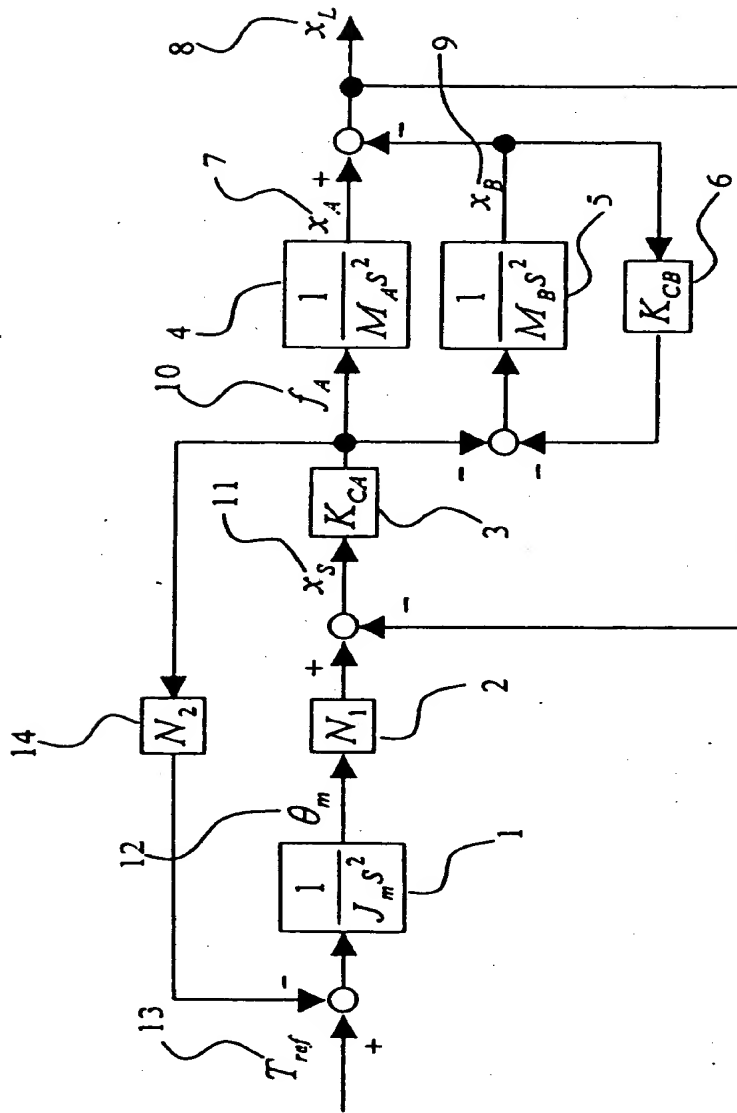
5 3 遺伝的アルゴリズムを用いて機台振動モデルパラメータを同定する第 2 処理工程

5 4 5 3 により得られたパラメータを有する機台振動モデルを用いた制御則により実機を駆動する第 3 処理工程

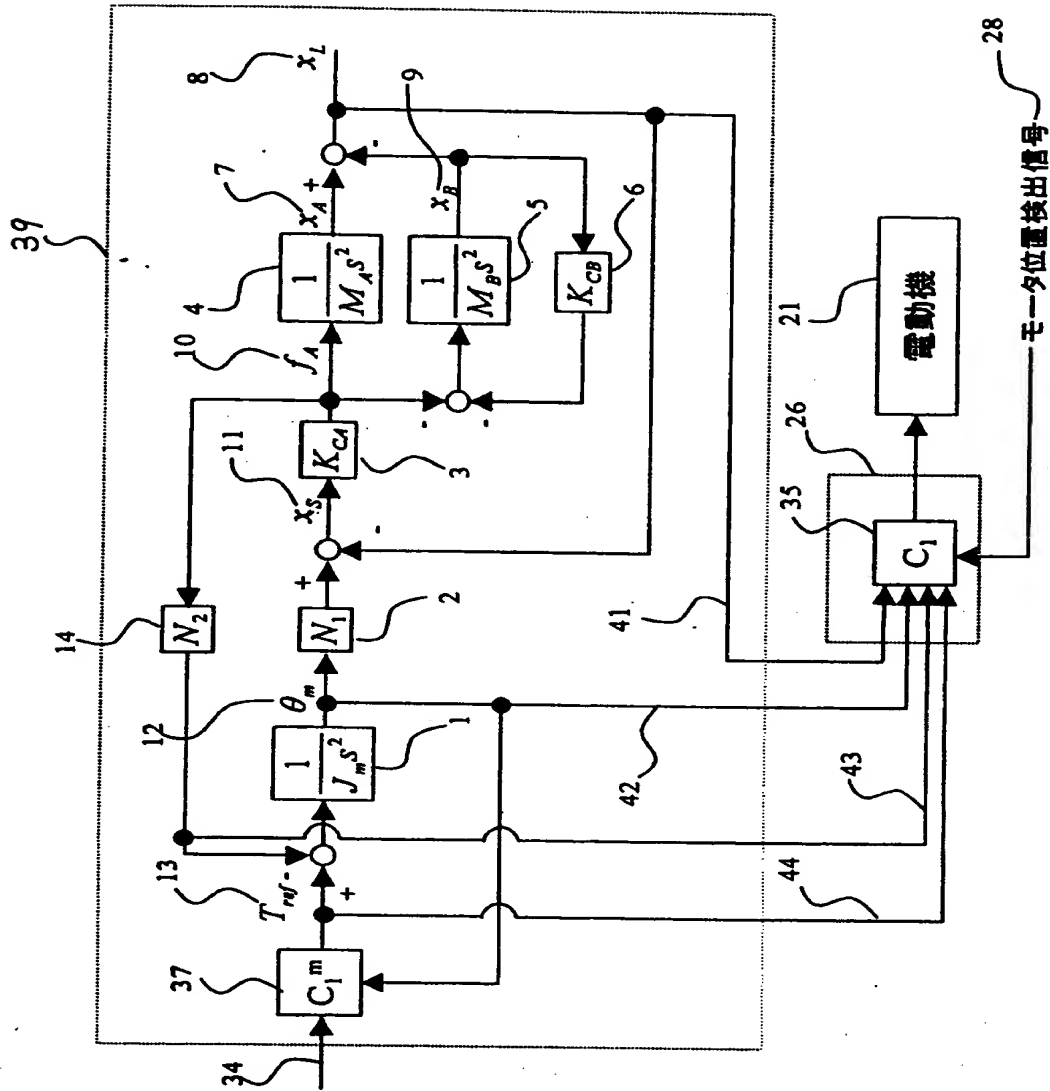
5 5 5 4 により得られた結果が使用を満足しているかどうかを評価する第 4 処理工程

【書類名】 図面

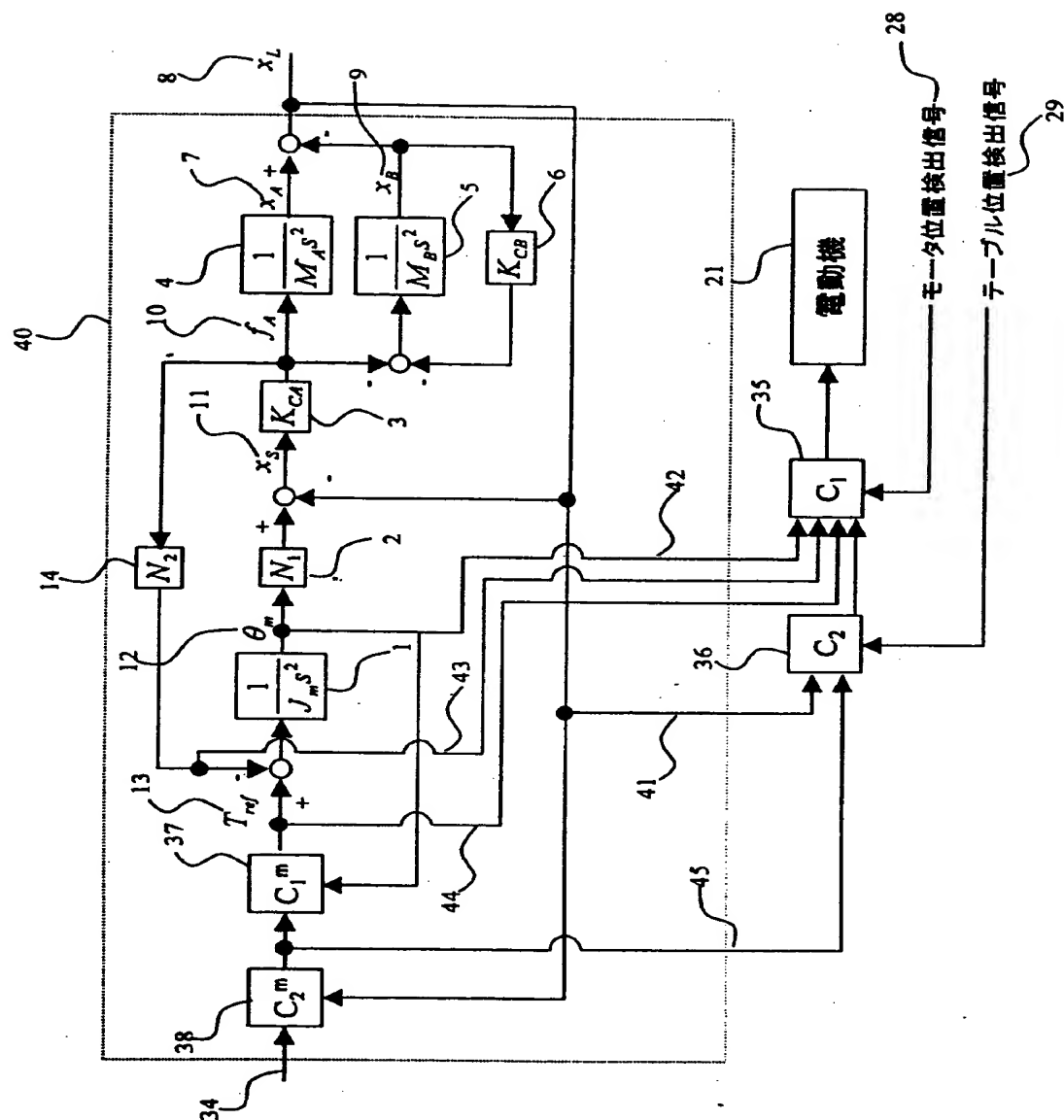
【図 1】



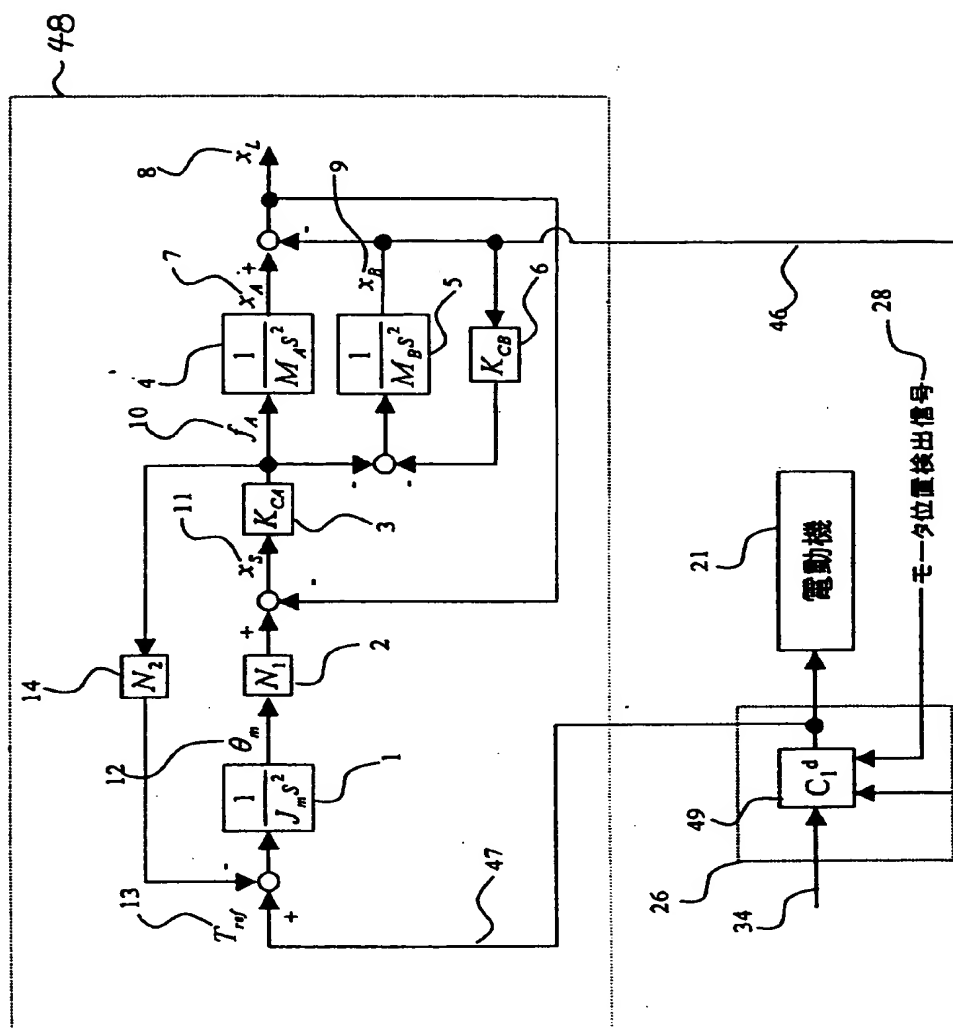
【図 2】



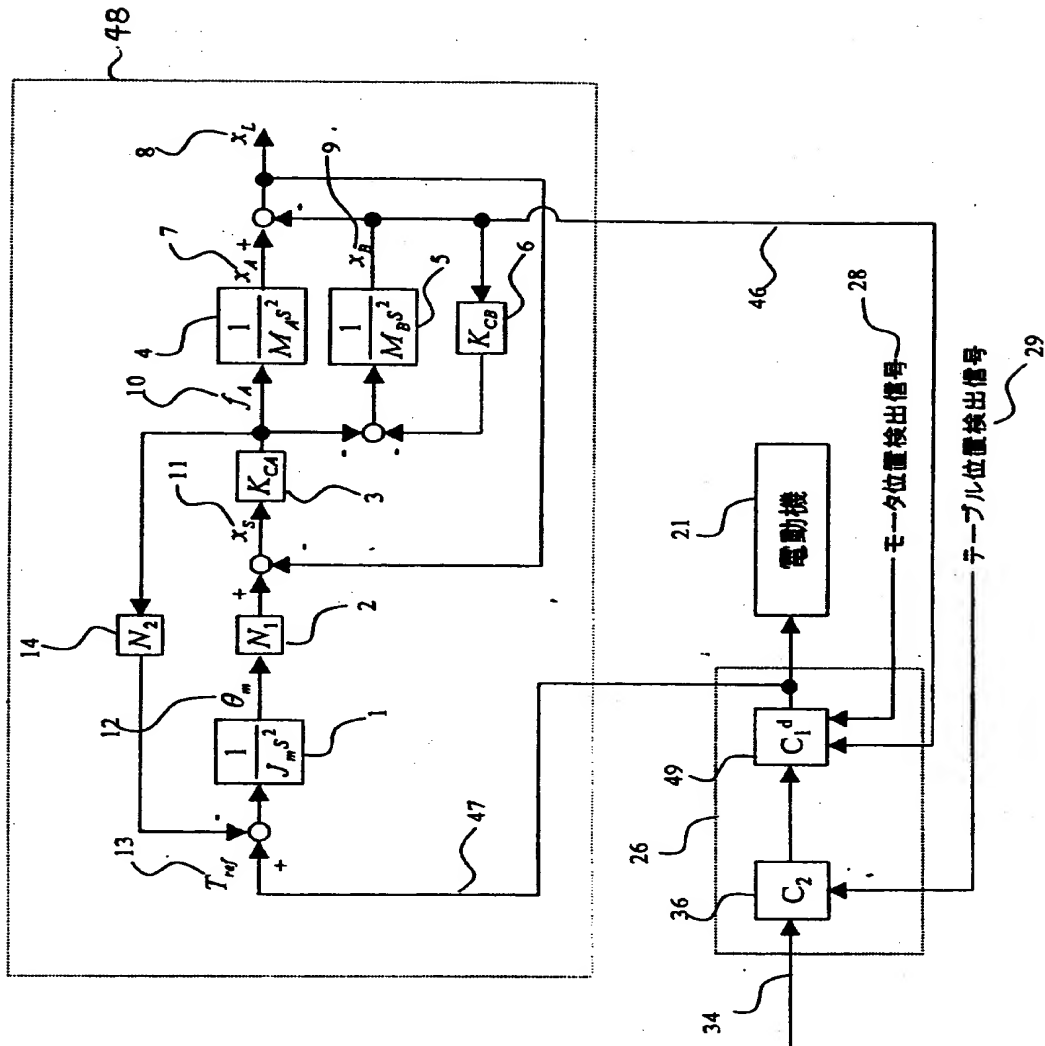
【図 3】



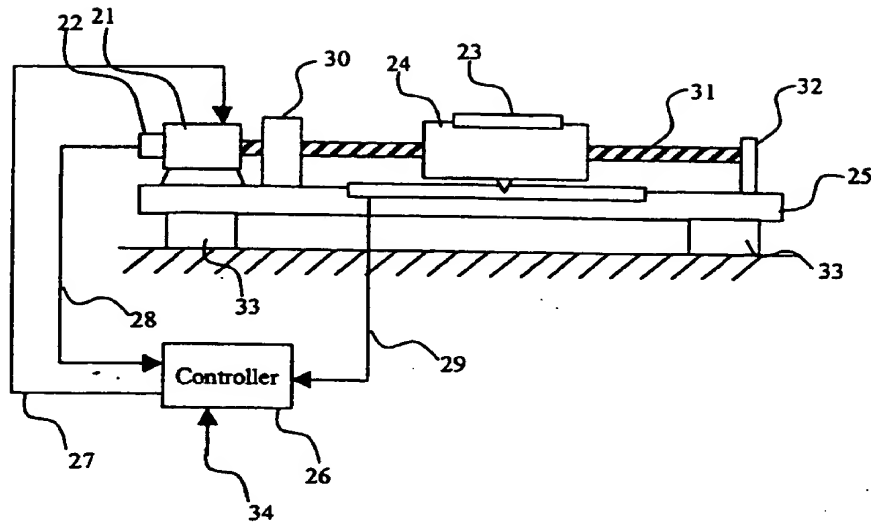
【図 4】



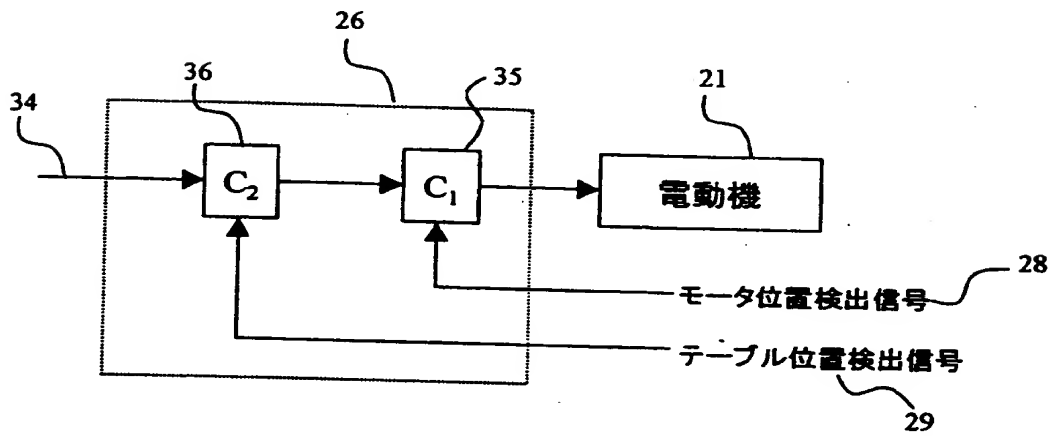
【図 5】



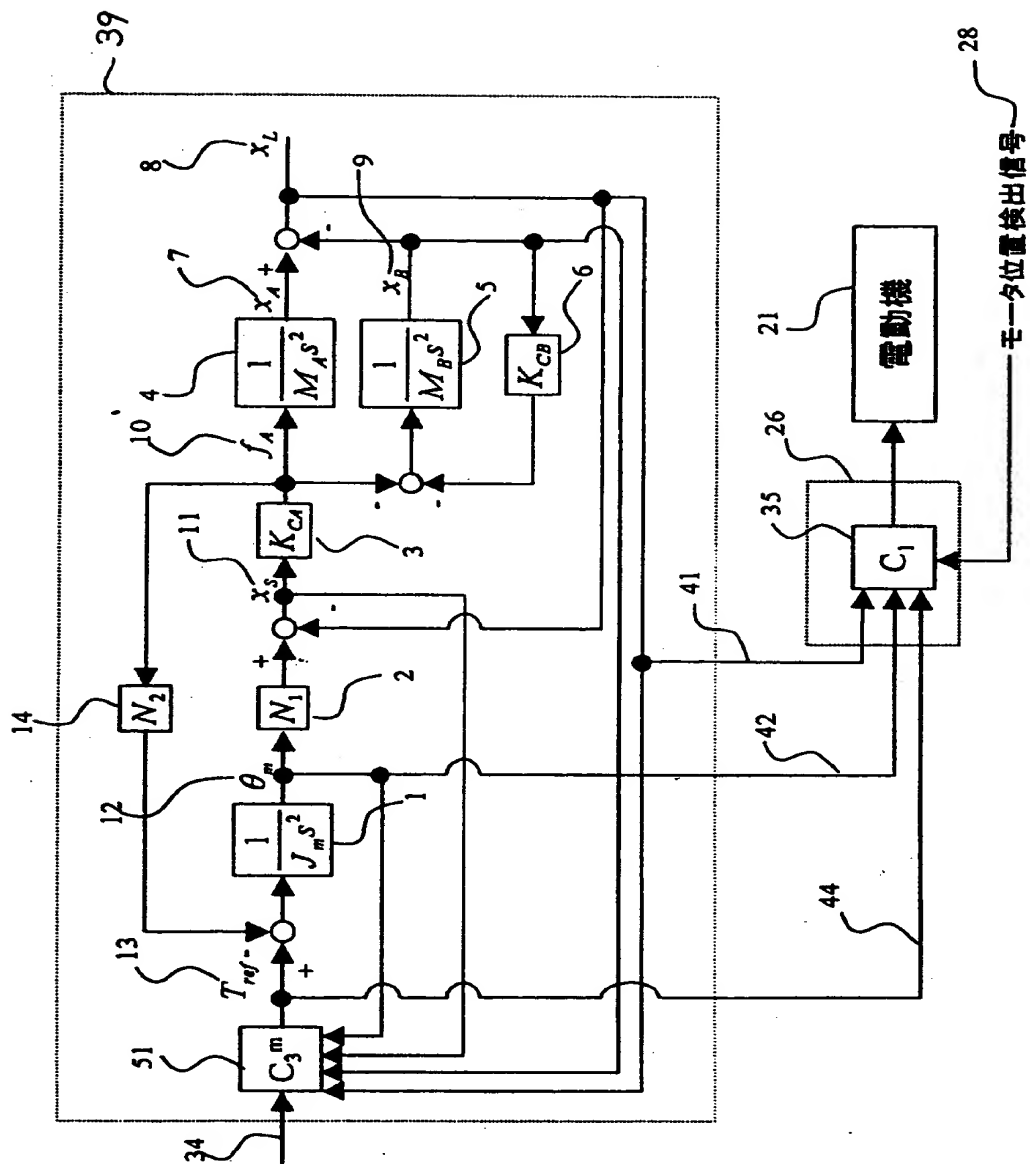
【図 6】



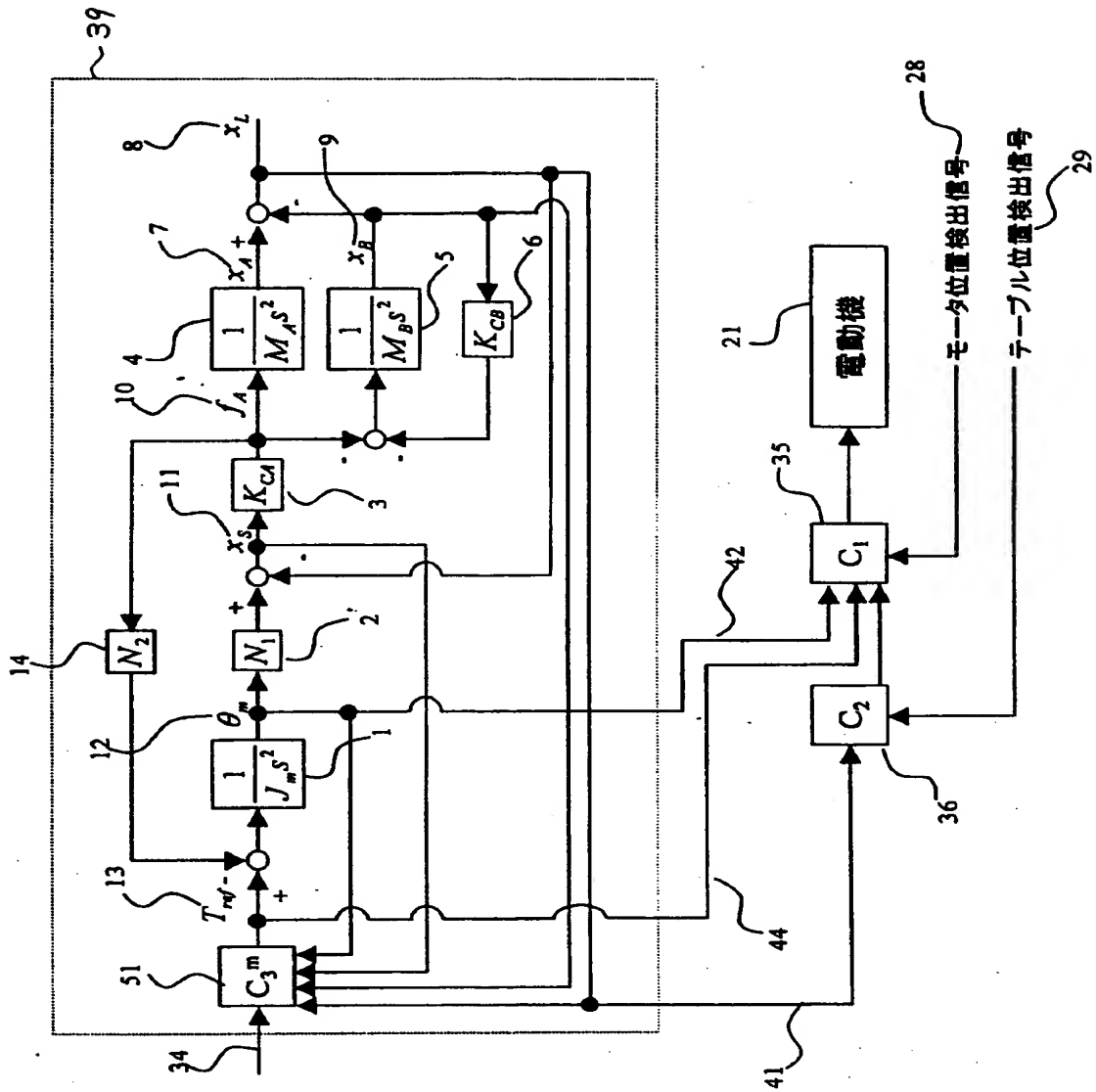
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 1 0】

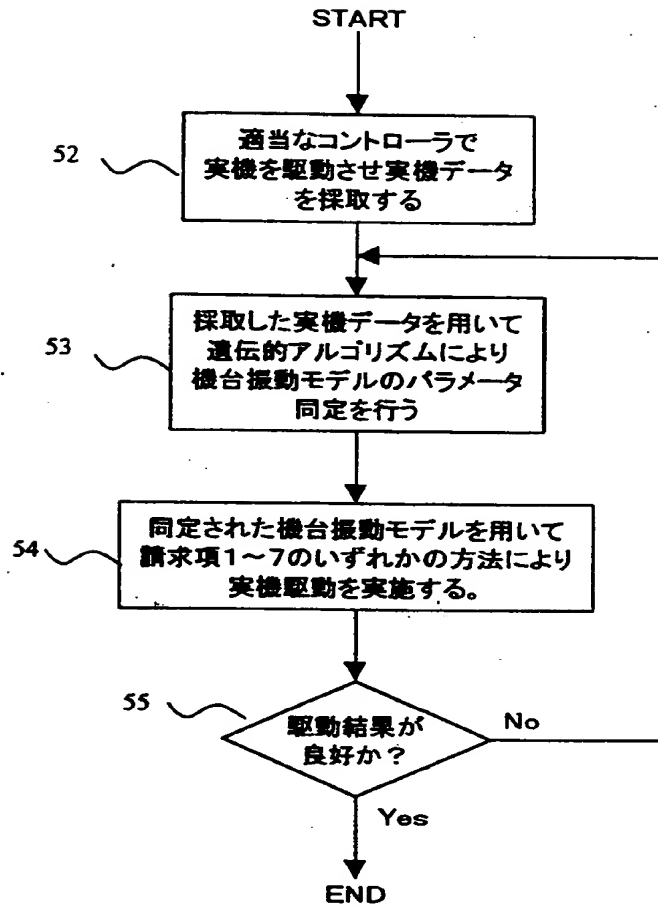
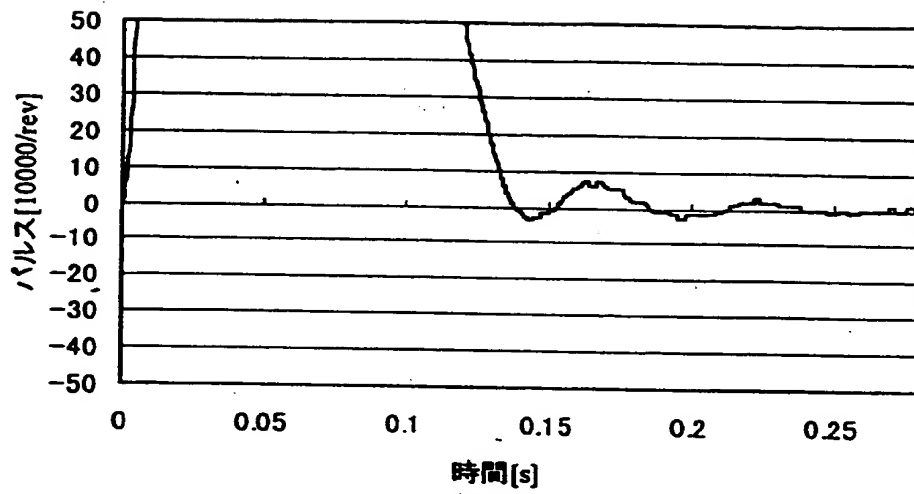


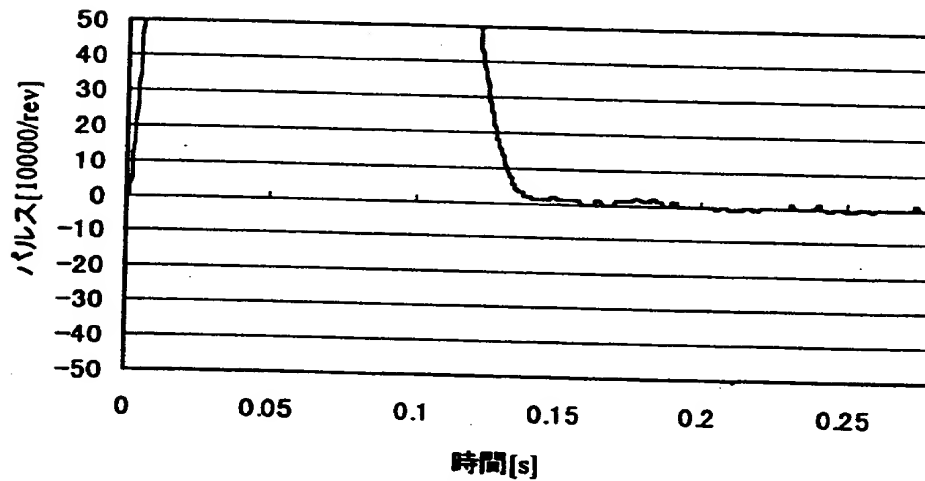
図 10

【図 1 1】



従来手法を用いた場合の実験結果(位置偏差)

【図 1 2】



本発明を用いた場合の実験結果(位置偏差)

特平 1 1 - 3 2 4 1 8 4

THIS PAGE LEFT BLANK

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機台振動を抑制して位置決め性能を向上させる制御方法を提供する。

【解決手段】 入力トルク 1 3 と減速器および直行／極座標変換定数 1 4 を掛けたテーブル推進力 1 0 を合わせた入力より電動機変位 1 2 を発生する電動機伝達関数 1 と、その電動機変位に減速器および極／直行座標変換定数 2 を掛け合わせた出力とテーブル変位との偏差 1 1 に、テーブル変位／力変換バネ定数 3 を掛け合わせてテーブル推進力 1 0 を発生させ、テーブル変位 7 を出力するテーブル伝達関数 4 と、機台変位 9 に機台変位／力変換バネ定数 6 を掛け合わせテーブル推進力と共に入力して機台変位を発生する機台駆動伝達関数 5 を配し、テーブル変位と機台変位の差により機台上でのテーブル変位 8 を発生させる機台振動モデルを定義した前置補償器を構成し、その補償値を帰還して機台振動を抑制する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 6 2 2]

1. 変更年月日	1 9 9 1 年 9 月 2 7 日
[変更理由]	名称変更
住 所	福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号
氏 名	株式会社安川電機

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE LEFT BLANK